

PAT-NO: JP359163529A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59163529 A

TITLE: LIGHT-APPLIED TEMPERATURE MEASURING
DEVICE

PUBN-DATE: September 14, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHINDO, YOICHI

YABE, MASAYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP58037505

APPL-DATE: March 9, 1983

INT-CL (IPC): G01K011/12, G08C023/00

US-CL-CURRENT: 340/501

ABSTRACT:

PURPOSE: To eliminate a compensation error caused by dispersion of a transmission line by utilizing a difference of coherency of two kinds of light, and using light of the same center wavelength by signal light and transmission line reference light.

CONSTITUTION: A semiconductor laser 702 and an LEX703 are driven alternately by a light source driving circuit 701. Two kinds of light synthesized by an optical directional coupler 704 are partially photodetected

by a photodiode
705, and used as a light source output variation monitor.
An optical signal
passing through an optical directional coupler 706 is
transmitted to a
temperature detecting part through an optical fiber 707.
In the temperature
detecting part through an optical fiber 707. In the
temperature detecting
part, the light emitted from the optical fiber 707 becomes
parallel light by a
collimator lens 708, and is made incident to an etalon 710.
The etalon
consists of a heat resistance optical crystal such as
quartz or titanite acid
strontium, etc.) and is formed to a suitable thickness by
considering a
temperature coefficient and a thermal expansion coefficient
of its refractive
index, and a reflecting coating for giving a suitable
surface reflection factor
(r) is performed to the end face. In case when a multimode
semiconductor laser
and an LED are used for a quartz etalon, as a signal light
and reference light,
respectively, $r=0.3\sim 0.4$ is suitable.

COPYRIGHT: (C)1984, JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—163529

⑤ Int. Cl.³
G 01 K 11/12
G 08 C 23/00

識別記号

庁内整理番号
7269—2F
7187—2F

③ 公開 昭和59年(1984)9月14日

発明の数 1
審査請求 有

(全 4 頁)

⑭ 光応用温度計測装置

① 特 願 昭58—37505

② 出 願 昭58(1983)3月9日

⑦ 発 明 者 進藤洋一

横須賀市長坂2丁目2番1号株

式会社富士電機総合研究所内

⑧ 発 明 者 矢部正也

横須賀市長坂2丁目2番1号株

式会社富士電機総合研究所内

⑨ 出 願 人 工業技術院長

明 細 書

1. 発明の名称 光応用温度計測装置

2. 特許請求の範囲

(1) 所定の反射率を有する平坦で平行な端面をもつ光学の透明体と、光源と、前記透明体に前記光源の光を伝送し、前記透明体からの反射光または透過光を伝送する光ファイバと、この反射光または透過光を受ける受光部と、電気信号処理部とを備え、前記透明体内部における光の干渉状態の温度変化による前記透明体の反射光強度または透過光強度の変化を利用した光応用温度計測装置において、前記透明体内部で干渉し得るコヒーレントな光と、前記透明体内部で干渉し得ないインコヒーレントな光との二種の光源を用い、受光後に前記二種の光の強度比を演算することにより光ファイバ等の光伝送路の特性変動を補償することを特徴とする光応用温度計測装置。

(2) 特許請求の範囲第1項記載の光応用温度計測装置において、コヒーレントな光源としてマルチ

モード半導体レーザを用いることを特徴とする光応用温度計測装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は光ファイバを用いた光応用温度計測装置に関する。

光技術を応用した各種の光応用計測装置は、従来の電気式計測装置に比べて、耐電磁誘導障害特性、防爆性等の利点を有し、最近の光伝送技術の進歩に伴い、各種計測方式の提案が活発である。

この種の計測装置では、光ファイバの曲げによる伝送損失の変動や光コネクタの着脱による結合損失の変動等を要因とする光伝送路特性の変動がもたらす測定誤差を最小限に留める事が重要な技術的課題である。

第1図は、従来用いられている光応用温度計測装置における2波長反射方式の例を示すもので、何らかの物理現象に基づく、トランスデューサの温度変化による反射光の強度変化を利用したものである。この装置は、前記光伝送路特性の変動を補償するために波長の異なる2つの光を用いるもの

とあり、光源駆動回路101により光源(波長 λ_1)102と光源(波長 λ_2)103を交互に駆動する。光方向性結合器104により合波された光は、一部ホトダイオード105により受光され、光源出力変動モニタとして用いられる。光方向性結合器106を経た光信号は、光ファイバ107を介して温度検出部へ導かれる。温度検出部において、光ファイバ107から出射した光は、コリメータレンズ108により平行光となり、波長選択透過性をもつダイクロイックミラ109を透過した光源102の出射光はトランスデューサ110へ入射し、温度変化により強度変調されて反射される。一方、光源102とは波長の異なる光源103の出射光は、ダイクロイックミラ109により直接反射される。これらの反射光は、再びコリメータレンズ108により光ファイバ107端面に集光され、光ファイバ107を逆方向に伝送して、光方向性結合器106を介してホトダイオード111により受光される。受光後、AD変換器112、マイクロコンピュータ113により2種の光の強度比を演算すれば、光源103の出射光は光

伝送系の外乱のみをモニタしているので、光伝送路特性の変動が補償される。

上記2波長反射方式温度計測装置においては、ダイクロイックミラの分光特性の制約上、用いる2つの波長を少なくとも100 nm程度分離しておく必要があるが、光伝送系の変動要因は光ファイバに対する曲げ・内部応力、あるいは光コネクタ着脱時の位置ズレ、光コネクタ・光方向性結合器等の光学要素の突き合せ面における多波干渉効果等複雑多岐にわたっており、上記諸変動要因が異なる波長の光に対して等価に作用するという保障はない。また、上記ダイクロイックミラは温度検出部においてトランスデューサと隣接して配置されるべきものであり、測定温度の変化によりその分光特性も変化することが考えられ、新たな誤差の原因となる。

この発明は、上述の欠点を除去して、より高精度な光伝送路変動補償効果を備えた光応用温度計測装置を提供することを目的とする。

本発明では、温度変化を光量変化に変換するト

ランスデューサとして、所定の反射率を有する平坦で平行な端面をもつ光学的透明体(エタロン)を用いる。第2図において、所定の屈折率 n 、厚み l および表面反射率 r を持つエタロン201の端面に垂直に光が入射する場合、光の干渉によりエタロン201の反射率 R は、

$$R = \int_0^\infty \rho(\lambda) \frac{4r \sin^2\left(\frac{2\pi n l}{\lambda}\right)}{(1-r)^2 + 4r \sin^2\left(\frac{2\pi n l}{\lambda}\right)} d\lambda$$

で与えられる。但し λ は波長、 $\rho(\lambda)$ は入射光のスペクトルである。一般にエタロン材料の屈折率 n と厚み l は温度によって変化するため、エタロンの反射率 R も温度の関数となる。

光源として第3図に示す様な隣接した数本の線スペクトルを持つマルチモード半導体レーザ光を用いる場合、厚さ約20 μm の石英エタロンでは温度変化(nl 積の変化)によって反射率は第4図の様に周期的に変化する。図は計算結果で表面反射率 r をパラメータとする。従って、特定の温度範囲では温度と反射率が1対1に対応し、温度の計測

が可能であり、測定温度範囲もエタロンの厚みを最適化することにより制御が可能である。

次に、このエタロンに第5図に示す様なガウス型スペクトル分布 $\rho(\lambda)$

$$\rho(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(\lambda-\lambda_0)^2}{2\sigma^2}}$$

(但し λ_0 は中心波長、 σ はスペクトルの拡がりを示すパラメータ)を持つ発光ダイオード(LED)光を入射した場合のエタロン反射率の温度変化の計算結果を第6図に示す。LED光はインコヒーレントであるため20 μm 程度のエタロンにおいては殆ど干渉を起こさず、表面反射率 r を適当に選べばエタロンの温度変化の影響を受けない。従って、トランスデューサによる強度変化を受けず、光伝送路特性の変動のみをモニタする参照光として、LEDを用いれば良いことがわかる。

第7図はこの発明の実施例を示すもので、エタロンの温度変化による強度変調を受けるコヒーレントな信号光として半導体レーザ光を用い、光伝

送路特性の変動をモニタするインコヒーレントな参照光としてLED光を用いる。半導体レーザに関しては、マルチモードファイバを使用する場合はモードルノイズの点からマルチモードレーザが適する。シングルモードレーザを使用するときは、同様の理由によりシングルモードファイバが適する。

光源駆動回路701により、半導体レーザ702とLED703を交互に駆動する。光方向性結合器704により合成された2種の光は、一部ホトダイオード705により受光され、光源出力変動モニタとして用いられる。光方向性結合器706を経た光信号は、光ファイバ707を経て温度検出部へ伝送される。温度検出部において、光ファイバ707から出射した光は、コリメータレンズ708により平行光となり、エタロン710へ入射する。エタロンは石英またはチタン酸ストロンチウム等の耐熱性光学結晶により、その屈折率の温度係数、熱膨張係数を考慮して測定温度範囲に応じて適当な厚さに形成されており、端面には適当な表面反射率 r を与える

反射コーティングが施されている。石英エタロンに信号光としてマルチモード半導体レーザ、参照光としてLEDを用いる場合、前記第4図および第6図の計算結果から、両光の干渉状態を考慮して、 $r=0.3 \sim 0.4$ が適当である。但しこの最適値は、エタロンの厚みにより多少変化する。エタロン710からの反射光は、再びコリメータレンズ708により光ファイバ707端面に集光され、光ファイバ707を逆方向に伝送し、光方向性結合器706を介してホトダイオード711により受光される。ホトダイオード711により受光される半導体レーザ光とLED光の強度をそれぞれ S_1, S_2 とし、ホトダイオード705により受光される半導体レーザ光とLED光の強度をそれぞれ R_1, R_2 とすると、AD変換器712、マイクロコンピュータ713により

$$X(I) = \frac{\frac{S_1}{R_1}}{\frac{S_2}{R_2}}$$

の演算を行えば、光伝送路特性の変動並びに光源出力の変動が補償された温度情報 $X(I)$ が得られる。

この発明は、2種の光のコヒーレンシの差を利用したものであるため、信号光と伝送路参照光とで同一の中心波長の光を用いることが可能であり、異なる波長の光を用いる従来の2波長方式に比べて、伝送路分散による補償誤差がない。

また、ダイクロイックミラが不要であるため、この分光特性の温度変化による補償誤差もなく、補償効果の改善が図れ、構成も簡単になる。さらに、実施例で述べた方式の反射光を検出する反射型だけでなく透過型の検出部構成も可能であるという付加的な効果も得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来用いられている2波長反射方式光応用温度計測装置を例示する接続図、第2図は本発明の装置において使用されるエタロンの構成を例示する側面図、第3図および第5図は本発明の装置において使用されるマルチモード半導体レーザおよびLEDの典型的な発光スペクトル図、第4図および第6図は本発明の装置において使用される石英エタロンにおけるマルチモード半導体レー

ザおよびLEDの干渉の程度を例示した計算結果を示す線図、第7図は本発明の実施例を示す接続図である。

101：光源駆動回路、102：光源I、103：光源II、104：光方向性結合器I、105：ホトダイオードI、106：光方向性結合器II、107：光ファイバ、108：コリメータレンズ、109：ダイクロイックミラ、110：トランスデューサ、111：ホトダイオードII、112：AD変換器、113：マイクロコンピュータ、701：光源駆動回路、702：半導体レーザ、703：LED、704：光方向性結合器I、705：ホトダイオードI、706：光方向性結合器II、707：光ファイバ、708：コリメータレンズ、710：エタロン、711：ホトダイオードII、712：AD変換器、713：マイクロコンピュータ。

工業技術院長

特許出願人 石坂 誠 一

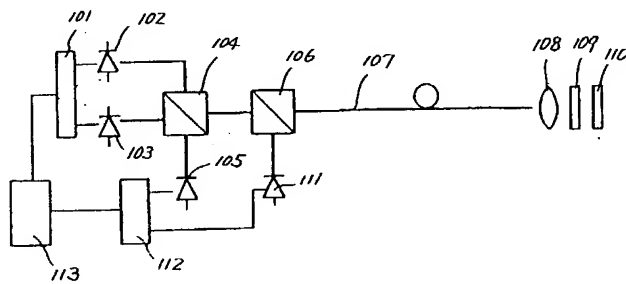


図 1

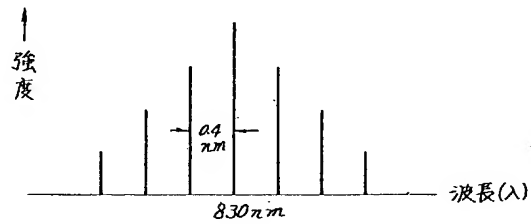


図 3

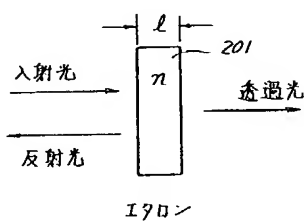


図 2

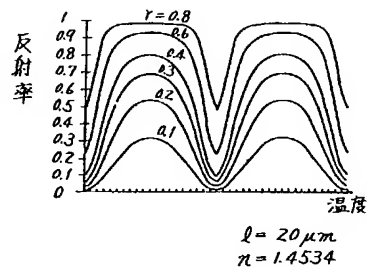


図 4

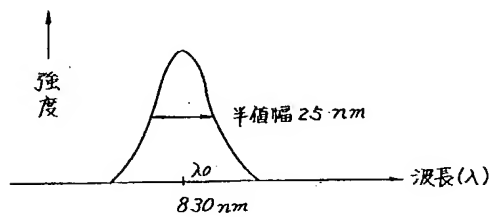


図 5

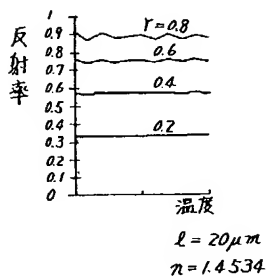


図 6

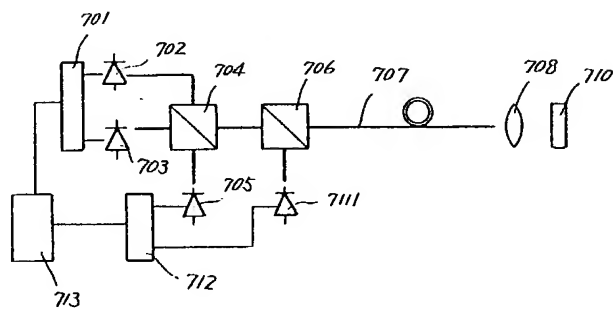


図 7